

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	鈴木 良
論文審査担当者： 主査 慶應義塾大学教授 博士（工学） 田邊 孝純			
	副査 慶應義塾大学教授 工学博士 神成 文彦		
	慶應義塾大学准教授 博士（工学） 木下 岳司		
	慶應義塾大学教授 理学博士 佐々田 博之		
	慶應義塾大学特別招聘教授（国際）Ph.D. ワイナー, アンドリュウ		
(論文審査の要旨)			
<p>学士（工学）、修士（工学）鈴木良君提出の学位論文は「Investigation into the effects of optical nonlinearities on microresonator frequency combs」（微小光共振器周波数コムへの非線形光学効果の影響に関する研究）と題し、7章から構成されている。</p> <p>高い光閉じ込め性能（高 Q 値）をもつ微小光共振器を用いて発生する光周波数コムは、マイクロコムと呼ばれ、波長分割多重光通信、マイクロ波発振器や高精度分光などへの応用が期待されている。マイクロコムは、小型であることから低パワーで動作し、10 GHz から 1 THz 程度の高い繰り返し周波数の光パルスが得られるという特徴がある。</p> <p>マイクロコムは、微小光共振器に単色の連続波レーザを入力すると、四光波混合を介して発生するコヒーレントなパルス光である。しかし、微小光共振器中では様々な非線形光学効果が四光波混合と同時に起き、これらの効果がマイクロコムの発生を促進、又は阻害する。その結果、得られる光の繰り返し周波数、発生波長域、コヒーレンスなどの特性が変化する。</p> <p>本研究は、共振器オプトメカニクス、誘導ラマン散乱や相互位相変調が、マイクロコムへ与える影響について調べ、それらの影響を制御することで、マイクロコムの低雑音化、さらにはスペクトル形状と繰り返し周波数の制御性の向上につなげることを目的としている。</p> <p>第1章では、本研究の背景と目的を述べている。</p> <p>第2章では、本研究で用いる高 Q 値 ($Q > 10^7$) 微小光共振器の作製について述べており、微小光共振器の特性と、それらの測定手法について解説している。また、微小光共振器内で起きる様々な非線形光学効果についての基礎理論を説明している。</p> <p>第3章では、マイクロコム発生機構を説明し、波長 1547 nm の連続光で励起すると四光波混合によって帯域 414 nm のマイクロコムが発生することを示している。</p> <p>第4章では、マイクロコム発生時の共振器オプトメカニクスの振る舞いについて述べている。マイクロコムが発生すると、微小光共振器の機械的な振動が抑制されることを理論及び実験の両面から明らかにしている。この結果は、マイクロコムが発生すると、機械振動に起因する雑音が自動的に低減されることを示しており、高い波長精度を有するマイクロコムが実現し得ることを示唆するものである。</p> <p>第5章では、シリカ製微小光共振器内で起きる誘導ラマン散乱を介したマイクロコム発生の実験について述べている。微小光共振器の共振波長に対する励起光の波長デチューニング量と、微小光共振器への入力光の結合強度を操作すると、波長 1540 nm の光で励起したとき、1652 nm 又は 1666 nm のいずれかに中心波長を持つ、マイクロコムが得られることを明らかにした。この結果は、スペクトル形状が高度に制御できることを示している。</p> <p>第6章では、単一の微小光共振器において、直交した直線偏光を持つ二つの異なる横モードを同時に励起したときの、ソリトン捕捉とデュアルコム発生について、Lugiato-Lefever 方程式を用いた計算結果を示している。二つのモード間で相互位相変調が起きることでソリトン捕捉が起き、相互のモード間で繰り返し周波数の引き込みが生じる。一方で、繰り返し周波数の異なるマイクロコムを、単一微小光共振器を用いて発生する条件も明らかにしており、デュアルコム実現の可能性を示している。</p> <p>第7章では、結論として各章で得られた知見をまとめ、本研究を総括している。</p> <p>以上要するに、本研究は微小光共振器を用いたマイクロコム発生に関して、非線形光学効果を介した、雑音の軽減、スペクトル形状の制御性の向上、さらにはデュアルコムを実現する新たな手法を示したものであり、光エレクトロニクス分野において、工学上、工業上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2（電気電子工学専修）科目担当で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。		